



Physikalisch-Technische Bundesanstalt

DECKBLATT



| | Projekt | PSP-Element | Obj. Kenn. | Aufgabe | UA | Lfd. Nr. | Rev. |
|--|----------|-------------|------------|---------|-----------|----------|------|
| | EU 073.2 | N A A N | NNNNNNNNNN | NNNNNN | X A A X X | A A | NNNN |
| | 9K | 3166.33 | | HG | RB | 0023 | 00 |

| | |
|--|---------------------------|
| Titel der Unterlage: Analyse quartären Grundwassers, hydrochemische Untersuchungen und Altersbestimmungen des oberflächennahem Grundwassers (Endbericht), II. Bauabschnitt | Seite: I. |
| | Stand: 15.05.86 |

| | |
|--------------------------|--------------------|
| Ersteller: GSF | Textnummer: |
|--------------------------|--------------------|

Stempelfeld:

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| PSP-Element TP...9K/2122353 | zu Plan-Kapitel: 3.1.9.6.3 |
|-----------------------------|----------------------------|

| | | |
|--|--|---|
| | PL 04.11.86  | PL 04.11.86  |
|--|--|---|

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.



REVISIONSBLATT



| Projekt | PSP-Element | Obj. Kenn. | Funktion | Komponente | Baugruppe | Aufgabe | UA | Lfd. Nr. | Rev. |
|---------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----|----------|------|
| N A A N | NNNNNNNNNN | NNNNNN | NN A A A N N | A A N N N A | A A N N | X A A X X | A A | N N N N | N N |
| 9K | 212235 | | | | | D | ED | | |

Titel der Unterlage:

Hydrogeologie, Analysen quartären Grundwassers
LV 2219.06, AP 4, II.BA
Endbericht

Seite 1

Stand 04.11.86

lfd. Nr. 73.2

| Rev. | Revisionsst. Datum | verant. Stelle | Gegenzeichn. Name | rev. Seite | Kat. *) | Erläuterung der Revision |
|------|--------------------|----------------|-------------------|------------|---------|--------------------------|
| | | | | | | |

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

LV-Nr. 2219.06
AP-Nr. 4, II. BA

Endbericht

Ergänzende Unterlagen zum Plan Endlager Schachtanlage Konrad
Leistungsverzeichnis-Nummer 2219.06

Analysen quartären Grundwassers

Arbeitspaket Nummer 4, II. Bauabschnitt

Hydrochemische Untersuchungen und Altersbestimmungen
des oberflächennahen Grundwassers

- Endbericht -

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
Institut für Tieflagerung



LV-Nr. 2219.06
Analysen quartären Grundwassers

AP-Nr. 4 II. Bauabschnitt
Hydrochemische Untersuchungen und Altersbestimmungen des ober-
flächennahen Grundwassers

- Endbericht -

Braunschweig, den 15. Mai 1986

Der Bericht wurde im Auftrag der Physikalisch-Technischen
Bundesanstalt (PTB) erstellt. Die PTB behält sich alle Rechte vor.
Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der PTB
zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zu-
gänglich gemacht werden.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Anlagenverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Probenentnahmestellen und -verfahren | 2 |
| 3 | Umfang und Methodik der Analysen | 3 |
| 4 | Chemische Analysen | 4 |
| 5 | Chemische Vergleichsanalysen | 5 |
| 5.1 | Vergleich der Analysen | 6 |
| 5.2 | Aussagemöglichkeiten der Vergleichsanalysen | 9 |
| 6 | Altersbestimmungen | 11 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 12 |

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Lage und Ausbau der Grundwasser-Meßstellen
- Tabelle 2: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(I. A, 14.11.1985)
- Tabelle 3: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(III, 14.11.1985)
- Tabelle 4: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(V, 13.11.1985)
- Tabelle 5: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(IX A, 12.11.1985)
- Tabelle 6: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(X, 12.11.1985)
- Tabelle 7: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(XIII, 12.11.1985)
- Tabelle 8: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(XIV, 11.11.1985)
- Tabelle 9: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(XVIII, 26.11.1985)
- Tabelle 10: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(XIX, 13.11.1985)
- Tabelle 11: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers
(173, 27.11.1985)

- Tabelle 12: DOC, COD und spektraler Absorbtionskoeffizient bei 254 nm
- Tabelle 13: Analysenmethoden
- Tabelle 14: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 2
- Tabelle 15: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 2
- Tabelle 16: Chemische Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 2
- Tabelle 17: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (I A, 14.11.1985)
- Tabelle 18: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (III, 14.11.1985)
- Tabelle 19: Chemische Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (V, 13.11.1985)
- Tabelle 20: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (IX A, 12.11.1985)
- Tabelle 21: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (X A, 12.11.1985)
- Tabelle 22: Chemische Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XIII, 12.11.1985)
- Tabelle 23: Chemische Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XIV, 11.11.1985)

- Tabelle 24: Chemische Vergleichs-Analysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XVIII, 26.11.1985)
- Tabelle 25: Chemische Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XIX, 13.11.1985)
- Tabelle 26: Chemische Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (173, 27.11.1985)
- Tabelle 27: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (I A, 14.11.1985)
- Tabelle 28: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (III, 14.11.1985)
- Tabelle 29: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (V, 13.11.1985)
- Tabelle 30: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (IX A, 12.11.1985)
- Tabelle 31: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (X A, 12.11.1985)
- Tabelle 32: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XIII, 12.11.1985)

- Tabelle 33: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XIV, 11.11.1985)
- Tabelle 34: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XVIII, 26.11.1985)
- Tabelle 35: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XIX, 13.11.1985)
- Tabelle 36: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (173, 27.11.1985)
- Tabelle 37: Aus den Ionenbilanzen errechnete relative Fehler der Einzelanalysen
- Tabelle 38: Meßergebnisse von Isotopenanalysen

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lage der Grundwassermeßstellen

1 Einleitung

Im Rahmen der LV-Nr. 2219.06, Analysen quartären Grundwassers, waren hydrochemische Analysen und Altersdatierungen des oberflächennahen Grundwassers Gegenstand des Arbeitspaketes Nr. 4. Mit diesem Bericht werden die Untersuchungsergebnisse zu den Grundwassermeßstellen des II. Bauabschnittes ergänzend und abschließend vorgelegt. Erste Ergebnisse waren bereits in einem Zwischenbericht vom 21.7.1985 dokumentiert worden.

Der Bericht enthält weiterhin die Ergebnisse und Auswertung einer Vergleichsanalyse an 10 Wasserproben aus Grundwassermeßstellen des I. und II. Bauabschnittes, die hier gemeinsam dargestellt werden, um die Datenbasis für den Analysenvergleich besser zu fundieren.

2 Probenentnahmestellen und -verfahren

Zur Beprobung der Grundwasser-Meßstellen des II. Bauabschnittes standen die Meßstellen

| | |
|-----|-------|
| I A | XVIII |
| X | XIX |

zur Verfügung, deren Lage und Ausbau in Tab. 1 und Anl. 1 dokumentiert ist.

Für die Vergleichsanalysen wurden zusätzlich aus den Grundwasser-Meßstellen des I. Bauabschnittes

| | |
|------|------|
| III | XIII |
| V | XIV |
| IX A | 173 |

Wasserproben nach den Vorgaben der beteiligten Labors entnommen.

3 Umfang und Methodik der Analysen

Die im vorliegenden Endbericht dokumentierten Analysenergebnisse sind z. T. vor Ort und z. T. im Labor bestimmt worden.

Einige Eigenschaften des Wassers, die sich während Transport und Lagerung verändern, wurden bereits während der Probenentnahme bestimmt. Dazu gehören vor allem die Bestimmung der Temperatur, der elektr. Leitfähigkeit, des pH-Wertes, des Redox-Potentials (Eh-Wert) und der O_2 -Konzentration im kontinuierlichen Durchfluß, wobei das untersuchte Wasser unmittelbar aus dem Pumpenstrom abgezweigt wird. Diese Werte ändern sich durch Gasaustausch mit der Atmosphäre schnell. Dies gilt auch für die im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht befindlichen Ionen HCO_3^- und CO_3^{2-} sowie das im Wasser gelöste CO_2 . Auch diese wurden deshalb unter Einsatz eines mobilen Tritrierstandes im Laborwagen unmittelbar nach der Entnahme der Proben bestimmt.

Die Bestimmung der weiteren Hauptbestandteile Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^{2+} und Mg^{2+} sowie den Anionen Cl^- , SO_4^{2-} erfolgte ebenso im Labor, wie die Bestimmung der Nebenbestandteile Sr, Fe, Al, Si, Zn, Ba, Mn, PO_4^{3-} , BO_3 , I, Br, NO_3^- , NO_2^- und NH_4^+ sowie der Grundwassereigenschaften, die Rückschlüsse auf den Gehalt gelöster organischer Stoffe ermöglichen (DOC, COD und spektraler Absorptionskoeffizient im UV-Bereich bei 254 nm).

Die Bestimmung der radioaktiven und stabilen Isotope 3H , 2H , ^{14}C , ^{13}C , ^{18}O erfolgte im Labor des Institutes für Radiohydro-metrie der GSF.

- 3H flüssigszintillometrisch und elektrolytischer Anreicherung
- 2H , ^{18}O massenspektrometrisch
- ^{14}C flüssigszintillometrisch nach Fällung mit $BaCO_3$ und Überführung in Benzol
- ^{13}C , ^{12}C massenspektrometrisch.

4 Chemische Analysen

Die Analysenergebnisse der vier Wasserproben sind in Tab. 2, 6, 9 und 10 dokumentiert, die Ergebnisse der Bestimmungen des organischen Kohlenstoffgehaltes sind in Tab. 12 zusammengestellt. Eine Interpretation der Ergebnisse ist Gegenstand von LV-Nr. 2219.06 AP 6.

5 Chemische Vergleichsanalysen

Zur Absicherung der chemischen Analysen wurden bei zwei Fremdlabors Vergleichsanalysen in Auftrag gegeben. Der Begriff "Ringanalyse" wird in DIN 38402 Teil 41 und 42 definiert; dort werden auch der Untersuchungsumfang und die Versuchsauswertung beschrieben. Auf diese geltende Norm gestützt können die Vergleichsuntersuchungen, über die hier berichtet wird, nicht als "Ringanalyse" bezeichnet werden, weshalb auf diesen Begriff im weiteren verzichtet wird.

Zum Vergleich der chemischen Wasseranalysen wurden vereinbarungsgemäß insgesamt drei Laboratorien herangezogen, die regelmäßig Wasseruntersuchungen durchführen und mit der Analytik hochsalinärer Wässer vertraut sind:

- Labor 1: Institut für Tieflagerung, Braunschweig,
der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung
München GmbH, Theodor-Heuß-Str. 4, 3300 Braunschweig
- Labor 2: Niedersächsisches Landesamt für Wasserwirtschaft,
Postfach, 3200 Hildesheim
- Labor 3: Geologisches und Ingenieurbüro [REDACTED]
[REDACTED]

Die in den Analysenvergleich einbezogenen Analysen sind in Tab. 2 bis 11 (Labor 1), Tab. 13 bis 15 (Labor 2) sowie Tab. 16 bis 25 (Labor 3) wiedergegeben. Handschriftliche Änderungen erfolgten z. T. nach Überprüfung der mitgeteilten Werte und telefonischer Nachfrage. Der Umfang der Analysen wurde den Labors vorgegeben, er war aber so umfassend, daß eine vollständige Erfassung der Hauptbestandteile erfahrungsgemäß erzielt werden konnte. Die Wahl des geeigneten Analyseverfahrens wurde den Labors dagegen selbst

überlassen (Tab. 13). Die Proben für den Analysenvergleich wurden durch Teilung einer homogenen Gesamtprobe von ausreichender Menge gewonnen. Die zur Abfüllung verwendeten Gefäße und eine evtl. Probenkonservierung wurden nach den Wünschen der beteiligten Labors vorgenommen. Nach der Entnahme wurden die Proben den Labors unverzüglich durch Boten zugestellt.

5.1 Vergleich der Analysen

Die Vergleichsanalysen sind in Tab. 27 bis 36 gegenübergestellt. Aus den Vergleichsdaten wurde jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung der Einzelbestimmungen vom Mittelwert als Hilfsmittel für die Bewertung der Bestimmungen errechnet. Dazu mußten offensichtliche Ausreißer-Werte vorher eliminiert werden. Das Kriterium der Ausreißer-Elimination wurde anhand der DVWK-Empfehlung zu Inhalt und Genauigkeitsanforderungen chemischer Grundwasseranalysen /1/ bei 10% festgelegt; dies entspricht der ungünstigsten Genauigkeitsanforderung für eine Einzelbestimmung. Wenn die Standardabweichung der Einzelbestimmungen vom Mittelwert durch Elimination eines stark abweichenden Wertes unter 10 % zu drücken war, dann wurde dieser Wert als Ausreißer gekennzeichnet und eliminiert. Eine statistische Absicherung dieser Vorgehensweise kann bei nur drei Einzelbestimmungen nicht vorgenommen werden. Sie ist deshalb lediglich als plausibles Vorgehen zu bewerten, das eine Aussage über den "wahren" oder "falschen" Wert nicht zuläßt. Es ist damit also nur möglich, aus dem vorhandenen Datenmaterial, das trotz der geringen Anzahl von Vergleichsanalysen die Beurteilung des Grundwassers ermöglichen muß, einen plausiblen Wert herauszuziehen.

Der Vergleich der Analysen ermöglicht folgende Bewertung der Verfahren:

Die Bestimmung des Natriums erscheint relativ unproblematisch. Die Standardabweichungen sind gering, jedoch war bei 70 % der Proben eine Ausreißer-Elimination erforderlich, um akzeptable Standardabweichungen vom Mittelwert zu erhalten.

Überraschenderweise stellt sich dagegen heraus, daß die Bestimmung des Kaliums offenbar recht problematisch ist. Die Standardabweichung konnte auch nach Ausreißer-Elimination nicht immer unter 10 % gedrückt werden, bei zwei Proben differierten die analytischen Werte so stark, daß eine sinnvolle Mittelwertbildung nicht mehr möglich war.

Der Nachweis des Strontiums ist relativ unproblematisch.

Die Bestimmung des Calciums ist ebenfalls nicht befriedigend. Es konnten zwar stets plausible Mittelwerte gebildet werden, jedoch war meist ein Ausreißer-Wert zu eliminieren. Dies gilt ebenso auch für das Magnesium.

Ähnlich problematisch erwies sich die Bestimmung von Eisen und Mangan für die bei fast jedem der zehn Analysenvergleiche eine Ausreißer-Elimination erforderlich war.

Die Bestimmung des Bariums war erwartungsgemäß sehr schwierig. Ein Labor hat häufig relativ stark überhöhte Konzentrationen gemessen, in 50 % der Proben war die Differenz zwischen den Einzelbestimmungen so groß, daß eine Ausreißer-Elimination nicht mehr möglich war. Da die Nachweisgrenze (0,001 mg/l) sehr weit unterhalb der gemessenen Konzentrationen liegt, müssen die Bestimmungsverfahren für Barium als relativ unzuverlässig angesehen werden. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend.

Bei den Anionen erwies sich die Bestimmung der Chlorid-Konzentration erwartungsgemäß als unproblematisch. Die Standardabweichungen vom Mittelwert liegen alle unter 5 % und damit innerhalb der Reproduzierbarkeit analytischer Verfahren.

Dagegen konnten die bei den Sulfat-Bestimmungen aufgetretenen großen Abweichungen durchaus erwartet werden. Für die Messung der Sulfat-Konzentration in Grundwässern scheint es demnach kein befriedigendes Analysenverfahren zu geben. Dieses Ergebnis war zu erwarten.

Dies gilt auch für die Bestimmung des Borat-Ions. 70 % der Analysen erforderten eine Ausreißer-Elimination, bei den übrigen war eine Entscheidung hinsichtlich des plausibelsten Wertes wegen zu großer Differenz nicht möglich.

Iodid und Bromid lagen in allen Fällen erwartungsgemäß unterhalb der Nachweisgrenzen. Dennoch sind vereinzelt höhere Konzentrationen gefunden worden, so daß diese Bestimmungen für gering mineralisierte Grundwässer ebenfalls nicht sehr zuverlässig zu sein scheinen.

Überraschend ist das Ergebnis des Analysenvergleichs für das Hydrogenkarbonat. In der hydrochemischen Analytik gilt das Hydrogenkarbonat als einer der am leichtesten veränderlichen chemischen Parameter. Da es gleichzeitig für viele oberflächennahe Grundwässer der genetisch und technisch (Härtebildner) wichtigste ist, wird in allen einschlägigen Vorschriften auf einer Bestimmung unmittelbar nach der Probennahme bestanden, damit eine Veränderung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes mittels durch die Gefäßwandungen und -verschlüsse diffundierenden Kohlendioxids vermieden werden kann. Der Analysenvergleich zeigte indessen, daß trotz der großen zeitlichen Differenzen zwischen den Einzelbestimmungen die Ergebnisse stets sehr gut übereinstimmen. Dies konnte nach den bisherigen Kenntnissen nicht erwartet werden.

5.2 Aussagemöglichkeiten der Vergleichsanalysen

Der Vergleich von drei chemischen Analysen jeweils ein- und derselben Probe ermöglicht nicht die Ermittlung "richtiger" und "falscher" Werte. Auch sind Aussagen über die Qualität einzelner Labors im Prinzip nicht möglich. Dafür würde es einer größeren Zahl teilnehmender Labors bedürfen (die erforderliche Anzahl ist durch DIN 38402 Teil 41 vorgegeben), damit statistische Prüfverfahren angewendet werden können.

Die vorstehende Auswertung des Analysenvergleichs beschränkt sich daher auf eine qualitative Überprüfung der Plausibilität von Differenzen und Übereinstimmungen. Die Tatsache, daß dafür numerische Verfahren (Mittelwertbildung, Berechnung der Standardabweichung) eingesetzt werden, darf keinesfalls zu der Annahme verleiten, daß solche Zahlenwerte über "richtig" und "falsch" entscheiden können; sie lassen lediglich eine qualitative Aussage über die den jeweiligen Bestimmungen zuzuordnende Zuverlässigkeit zu. Die Qualitätsaussage muß überdies wegen der geringen Zahl von Einzelbestimmungen mit einem Vorbehalt versehen werden. Eine allgemeine Aussage über die Analytik von Grundwässern kann daraus nur bedingt abgeleitet werden.

Dagegen liegen die errechneten Ionenbilanzen (nur Labor 1 hat diesen Test auf Vollständigkeit und Richtigkeit seiner Analysen selbst vorgenommen) mit wenigen Ausnahmen innerhalb der oder geringfügig über den zu fordernden Toleranzen /1/. Die aus der Ionenbilanz jeweils errechneten relativen Fehler sind in Tab. 37 zusammengestellt. In einigen Fällen hätten die Labors durch Beachtung der Ionenbilanz auf Fehlbestimmungen aufmerksam werden können.

Ein wichtiges Ergebnis des Analysenvergleichs ist, daß in solchen Fällen, wo chemische Grundwasser-Analysen zu Beweissicherungszwecken oder für sicherheitsrelevante grundwassergenetische Interpretationen heranzuziehen sind, auf Qualitätskontrollen nicht verzichtet werden sollte. Sie sind für die Abschätzung der analytischen Streubreiten und der Zuverlässigkeit der Analysenverfahren von besonderem Wert.

6 Altersbestimmungen

Zur Altersklassifizierung der erbohrten Wässer wurden Bestimmungen der Isotope ^3H , ^{14}C , ^2H , ^{13}C und ^{18}O vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Tab. 38 wiedergegeben.

Schlußfolgerungen aus den Meßwerten sind Gegenstand von LV-Nr. 2219.C AP 6.

7 Literaturverzeichnis

- /1/ DVWK (1979): Empfehlung zu Umfang, Inhalt und Genauigkeitsanforderungen bei chemischen Grundwasseruntersuchungen.
- DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, H. 111, 6 S.;
Hamburg, Berlin (Parey).

Tabelle 1: Lage und Ausbau der Grundwassermeßstellen (II. BA)

| GW- Meßstelle | Lage | Gelände- Höhe (m u. NN) | Ausbau Ø (mm) | Lage der Filte- strecke (m unter An- satzpunkt) |
|------------------|--|-------------------------------|---------------------|--|
| | Rechts-Wert Hoch-Wert | | | |
| IA | ³⁵ 98840 ⁵⁷ 79285 | 102.64 | 150 | 25,10-28,10 |
| X | ³⁶ 00510 ⁵⁷ 81480 | 92.31 | 150 | 31,10-46,10 |
| XVIII | ³⁵ 95090 ⁵⁷ 82225 | 91.15 | 150 | 19,60-21,60 |
| XIX | ³⁵ 97960 ⁵⁷ 89375 | 79.84 | 150 | 11,10-18,10 |

Lage und Ausbaudaten der GW-Meßstellen
des I. BA s. LV-Nr. 2219.06 AP 4 I. BA, Tab. 1

Tabelle 2: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tieflagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: IA (14.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 581.48 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 18.34 |
| Karbonathärte | (°dH) | 13.50 |
| Gesamthärte | (°dH) | 31.84 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 32.44 | mg/l | 1.411 | mval/l | 8.940 | mval-% |
| K ⁺ | 1.07 | mg/l | 0.027 | mval/l | 0.173 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.009 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.66 | mg/l | 0.015 | mval/l | 0.095 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 108.43 | mg/l | 5.411 | mval/l | 34.279 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 13.64 | mg/l | 1.122 | mval/l | 7.111 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 41.96 | mg/l | 1.184 | mval/l | 7.498 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 79.14 | mg/l | 1.648 | mval/l | 10.439 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 294.10 | mg/l | 4.820 | mval/l | 30.537 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---------|------|
| Fe ²⁺ | 2.210 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | 0.000 | mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.110 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | 0.880 | mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.020 | mg/l | I ⁻ | < 0.020 | mg/l |
| Si | 5.840 | mg/l | Br ⁻ | < 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | 0.820 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.140 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < 0.010 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | 0.030 | mg/l | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 8.07 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 7.71 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 15.78 | (mval/l) |

Analysenfehler +2.32 (%)

Tabelle 3: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: III (14.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 617.76 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 18.51 |
| Karbonathärte | (°dH) | 13.85 |
| Gesamthärte | (°dH) | 32.36 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 19.36 | mg/l | 0.842 | mval/l | 5.239 | mval-% |
| K ⁺ | 0.99 | mg/l | 0.025 | mval/l | 0.158 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.009 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.54 | mg/l | 0.012 | mval/l | 0.077 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 117.59 | mg/l | 5.868 | mval/l | 36.508 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 8.83 | mg/l | 0.727 | mval/l | 4.521 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 51.42 | mg/l | 1.450 | mval/l | 9.024 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 62.17 | mg/l | 1.294 | mval/l | 8.054 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 301.88 | mg/l | 4.947 | mval/l | 30.782 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------|-------|------|-------------------------------|---------|------|
| Fe ²⁺ | 0.350 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | 0.000 | mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.015 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | 0.950 | mg/l |
| Al ³⁺ | 0.030 | mg/l | I ⁻ | < 0.020 | mg/l |
| Si | 2.020 | mg/l | Br ⁻ | < 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | 51.170 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.160 | mg/l | NO ₂ ⁻ | 0.080 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | 0.190 | mg/l | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 7.50 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 8.57 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 16.07 | (mval/l) |

Analysenfehler -6.61 (%)

Tabelle 4: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: V (13.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|---------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 1015.36 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 30.82 |
| Karbonathärte | (°dH) | 16.18 |
| Gesamthärte | (°dH) | 47.00 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 43.93 | mg/l | 1.911 | mval/l | 6.972 | mval-% |
| K ⁺ | 6.52 | mg/l | 0.167 | mval/l | 0.608 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.005 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.32 | mg/l | 0.007 | mval/l | 0.027 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 195.16 | mg/l | 9.739 | mval/l | 35.533 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 15.32 | mg/l | 1.261 | mval/l | 4.600 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 82.85 | mg/l | 2.337 | mval/l | 8.527 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 235.18 | mg/l | 4.897 | mval/l | 17.866 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 352.68 | mg/l | 5.780 | mval/l | 21.090 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---------|------|
| Fe ²⁺ | 0.020 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | 0.000 | mg/l |
| Mn ²⁺ | < 0.015 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | 0.490 | mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.020 | mg/l | I ⁻ | < 0.020 | mg/l |
| Si | 5.540 | mg/l | Br ⁻ | < 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | 71.580 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.020 | mg/l | NO ₂ ⁻ | 5.660 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | 0.080 | mg/l | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 13.09 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 14.32 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 27.41 | (mval/l) |

Analysenfehler -4.47 (%)

Tabelle 5: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: IXA (12.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|---------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 1211.17 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 40.45 |
| Karbonathärte | (°dH) | 7.41 |
| Gesamthärte | (°dH) | 47.85 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 54.78 | mg/l | 2.383 | mval/l | 6.723 | mval-% |
| K ⁺ | 12.60 | mg/l | 0.322 | mval/l | 0.909 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.07 | mg/l | 0.010 | mval/l | 0.028 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 1.71 | mg/l | 0.039 | mval/l | 0.110 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 252.84 | mg/l | 12.617 | mval/l | 35.598 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 21.71 | mg/l | 1.786 | mval/l | 5.040 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 122.10 | mg/l | 3.444 | mval/l | 9.717 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 576.46 | mg/l | 12.002 | mval/l | 33.864 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 161.39 | mg/l | 2.645 | mval/l | 7.463 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---|-------|------|
| Fe ²⁺ | 3.500 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < | 0.001 | mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.450 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | | 0.410 | mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.020 | mg/l | I ⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Si | 1.390 | mg/l | Br ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | | 1.490 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.190 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | 0.080 | mg/l | | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 17.31 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 18.14 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 35.44 | (mval/l) |

Analysenfehler -2.34 (%)

Tabelle 6: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: X (15.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfdruckstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 578.87 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 20.44 |
| Karbonathärte | (°dH) | 14.15 |
| Gesamthärte | (°dH) | 34.59 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 14.26 | mg/l | 0.620 | mval/l | 3.975 | mval-% |
| K ⁺ | 1.45 | mg/l | 0.037 | mval/l | 0.238 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.009 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.42 | mg/l | 0.010 | mval/l | 0.061 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 129.29 | mg/l | 6.452 | mval/l | 41.349 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 10.18 | mg/l | 0.838 | mval/l | 5.369 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 27.85 | mg/l | 0.786 | mval/l | 5.035 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 81.27 | mg/l | 1.692 | mval/l | 10.845 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 308.44 | mg/l | 5.055 | mval/l | 32.398 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---|-------|------|
| Fe ²⁺ | 1.240 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < | 0.000 | mg/l |
| Mn ²⁺ | < 0.015 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | | 0.820 | mg/l |
| Al ³⁺ | 0.060 | mg/l | I ⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Si | 2.580 | mg/l | Br ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | | 0.830 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.080 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | 0.090 | mg/l | | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 8.01 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 7.59 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 15.60 | (mval/l) |

Analysenfehler +2.74 (%)

Tabelle 7: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: XIII (12.11.1985)

| | | | | |
|-------------------------------|---------|----------------------|-------------------------------|--------------|
| Dichte | | (g/cm ³) | | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | | (mS/cm) | | N.D. |
| Temperatur | | (°C) | | N.D. |
| pH-Wert | | (--) | | N.D. |
| Redoxpotential | | (mV) | | N.D. |
| Abdampfdruckstand | | (mg/l) | | N.D. |
| Gesamtrückstand | | (mg/l) | 1402.78 | |
| Nichtkarbonathärte | | (°dH) | 48.16 | |
| Karbonathärte | | (°dH) | 16.09 | |
| Gesamthärte | | (°dH) | 64.25 | |
| Na ⁺ | 75.21 | mg/l | 3.271 | mval/l |
| K ⁺ | 1.73 | mg/l | 0.044 | mval/l |
| Li ⁺ | 0.09 | mg/l | 0.013 | mval/l |
| Sr ²⁺ | 0.72 | mg/l | 0.016 | mval/l |
| Ca ²⁺ | 294.94 | mg/l | 14.718 | mval/l |
| Mg ²⁺ | 29.95 | mg/l | 2.465 | mval/l |
| Cl ⁻ | 79.64 | mg/l | 2.246 | mval/l |
| SO ₄ ²⁻ | 546.40 | mg/l | 11.377 | mval/l |
| HCO ₃ ⁻ | 350.54 | mg/l | 5.745 | mval/l |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l |
| CO ₂ | N.D. | | | |
| Fe ²⁺ | 4.470 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < 0.000 mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.210 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | 12.400 mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.020 | mg/l | I ⁻ | < 0.020 mg/l |
| Si | 4.770 | mg/l | Br ⁻ | < 0.010 mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | 1.580 mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.130 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < 0.010 mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | N.D. |
| NH ₄ ⁺ | < 0.010 | mg/l | | |
| Summe Kationen | | 20.70 | (mval/l) | |
| Summe Anionen | | 20.03 | (mval/l) | |
| Gesamtmineralisation | | 40.72 | (mval/l) | |
| Analysenfehler | | +1.65 | (%) | |

Tabelle 8: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: XIV (11.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|---------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfdruckstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 1639.28 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 44.89 |
| Karbonathärte | (°dH) | 17.77 |
| Gesamthärte | (°dH) | 62.66 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 142.08 | mg/l | 6.180 | mval/l | 13.473 | mval-% |
| K ⁺ | 6.56 | mg/l | 0.168 | mval/l | 0.366 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.22 | mg/l | 0.032 | mval/l | 0.069 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.43 | mg/l | 0.010 | mval/l | 0.021 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 278.85 | mg/l | 13.915 | mval/l | 30.334 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 25.61 | mg/l | 2.107 | mval/l | 4.594 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 80.35 | mg/l | 2.266 | mval/l | 4.941 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 628.94 | mg/l | 13.095 | mval/l | 28.547 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 387.15 | mg/l | 6.345 | mval/l | 13.832 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | N.D. | | | | | |

| | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------|------|
| Fe ²⁺ | 0.130 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < | 0.000 | mg/l | |
| Mn ²⁺ | < | 0.015 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | | 11.170 | mg/l |
| Al ³⁺ | 0.060 | mg/l | I ⁻ | < | 0.020 | mg/l | |
| Si | 5.080 | mg/l | Br ⁻ | < | 0.010 | mg/l | |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | | 72.390 | mg/l | |
| Ba ²⁺ | 0.030 | mg/l | NO ₂ ⁻ | | 0.230 | mg/l | |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | | N.D. | | |
| NH ₄ ⁺ | < | 0.010 | mg/l | | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 22.42 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 23.45 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 45.87 | (mval/l) |

Analysenfehler -2.24 (%)

Tabelle 9: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: XVIII (26.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 646.00 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 16.19 |
| Karbonathärte | (°dH) | 14.57 |
| Gesamthärte | (°dH) | 30.75 |

| | | | | | | |
|------------------|-------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 58.08 | mg/l | 2.526 | mval/l | 14.550 | mval-% |
| K ⁺ | 1.31 | mg/l | 0.034 | mval/l | 0.193 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.008 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.28 | mg/l | 0.006 | mval/l | 0.037 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 84.53 | mg/l | 4.218 | mval/l | 24.294 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 18.89 | mg/l | 1.554 | mval/l | 8.952 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 64.74 | mg/l | 1.826 | mval/l | 10.517 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 92.27 | mg/l | 1.921 | mval/l | 11.065 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 317.47 | mg/l | 5.203 | mval/l | 29.966 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | N.D. | | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---|-------|------|
| Fe ²⁺ | 1.250 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < | 0.001 | mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.170 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.015 | mg/l | I ⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Si | 5.650 | mg/l | Br ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | | 1.240 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.110 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | < 0.010 | mg/l | | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 8.39 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 8.97 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 17.36 | (mval/l) |

Analysenfehler -3.33 (%)

Tabelle 10: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: XIX (13.11.1985) - T

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 766.99 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 24.91 |
| Karbonathärte | (°dH) | 11.72 |
| Gesamthärte | (°dH) | 36.63 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 37.35 | mg/l | 1.625 | mval/l | 7.495 | mval-% |
| K ⁺ | 1.51 | mg/l | 0.039 | mval/l | 0.178 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.007 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.54 | mg/l | 0.012 | mval/l | 0.057 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 152.72 | mg/l | 7.621 | mval/l | 35.159 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 15.33 | mg/l | 1.261 | mval/l | 5.820 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 88.56 | mg/l | 2.498 | mval/l | 11.524 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 208.57 | mg/l | 4.343 | mval/l | 20.035 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 255.36 | mg/l | 4.185 | mval/l | 19.308 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---|-------|------|
| Fe ²⁺ | 0.880 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < | 0.001 | mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.140 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | | 0.530 | mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.020 | mg/l | I ⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Si | 3.890 | mg/l | Br ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | | 1.490 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.080 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | 0.030 | mg/l | | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 10.60 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 11.08 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 21.68 | (mval/l) |

Analysenfehler -2.21 (%)

Tabelle 11: Chemische Analyse oberflächennahen Grundwassers

gsf

Gesellschaft für Strahlen- und
Umweltforschung mbH
Institut für Tief Lagerung
Abteilung für Endlagersicherheit

Theodor-Heuss-Straße 4
3300 Braunschweig

15.03.1986

Chemische Analyse

Probe: 173 (27.11.1985)

| | | |
|-----------------------|----------------------|--------|
| Dichte | (g/cm ³) | N.D. |
| elektr. Leitfähigkeit | (mS/cm) | N.D. |
| Temperatur | (°C) | N.D. |
| pH-Wert | (--) | N.D. |
| Redoxpotential | (mV) | N.D. |
| Abdampfrückstand | (mg/l) | N.D. |
| Gesamtrückstand | (mg/l) | 767.34 |
| Nichtkarbonathärte | (°dH) | 24.04 |
| Karbonathärte | (°dH) | 19.50 |
| Gesamthärte | (°dH) | 43.55 |

| | | | | | | |
|------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Na ⁺ | 17.38 | mg/l | 0.756 | mval/l | 3.794 | mval-% |
| K ⁺ | 0.75 | mg/l | 0.019 | mval/l | 0.096 | mval-% |
| Li ⁺ | 0.01 | mg/l | 0.001 | mval/l | 0.007 | mval-% |
| Sr ²⁺ | 0.33 | mg/l | 0.008 | mval/l | 0.038 | mval-% |
| Ca ²⁺ | 140.63 | mg/l | 7.017 | mval/l | 35.217 | mval-% |
| Mg ²⁺ | 18.98 | mg/l | 1.562 | mval/l | 7.838 | mval-% |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| Cl ⁻ | 29.56 | mg/l | 0.834 | mval/l | 4.184 | mval-% |
| SO ₄ ²⁻ | 128.48 | mg/l | 2.675 | mval/l | 13.425 | mval-% |
| HCO ₃ ⁻ | 424.98 | mg/l | 6.965 | mval/l | 34.954 | mval-% |
| CO ₃ ²⁻ | 0.00 | mg/l | 0.000 | mval/l | 0.000 | mval-% |
| CO ₂ | 0.00 | mg/l | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|------|-------------------------------|---|-------|------|
| Fe ²⁺ | 1.830 | mg/l | PO ₄ ³⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Mn ²⁺ | 0.210 | mg/l | BO ₃ ³⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Al ³⁺ | < 0.020 | mg/l | I ⁻ | < | 0.020 | mg/l |
| Si | 3.220 | mg/l | Br ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Zn ²⁺ | N.D. | | NO ₃ ⁻ | | 0.950 | mg/l |
| Ba ²⁺ | 0.030 | mg/l | NO ₂ ⁻ | < | 0.010 | mg/l |
| Rb ⁺ | N.D. | | F ⁻ | | N.D. | |
| NH ₄ ⁺ | < 0.010 | mg/l | | | | |

| | | |
|----------------------|-------|----------|
| Summe Kationen | 9.44 | (mval/l) |
| Summe Anionen | 10.49 | (mval/l) |
| Gesamtmineralisation | 19.93 | (mval/l) |

Analysenfehler -5.28 (%)

Tabelle 12: DOC, COD und spektraler Absorptionskoeffizient bei
254 nm

| Grundwasser- meßstelle | Entnahmedatum | DOC | COD | UV (bei 254 nm) |
|---------------------------|---------------|-----|-----|-----------------|
| I A | 14.11.1985 | 1,3 | 3,9 | 1,9 |
| X | 15.11.1985 | 1,3 | 3,7 | 1,3 |
| XVIII | 16.11.1985 | 1,8 | 5,6 | 2,2 |
| XIX | 13.11.1985 | 2,2 | 5,7 | 2,2 |

Tabelle 13: Analysenmethoden

| Element | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 |
|------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
| Na | ICP-AES | flammenphot. | flammenphot |
| K | ICP-AES | flammenphot. | flammenphot. |
| Li | ICP-AES | flammenphot. | flammenphot. |
| Sr | ICP-AES | Röntgenfluoresz. | AAS |
| Ca | ICP-AES | AAS | AAS |
| Mg | ICP-AES | AAS | AAS |
| Fe | ICP-AES | photometr. | AAS |
| Mn | ICP-AES | ? | ? |
| Al | ICP-AES | Aluminonverf. | AAS |
| Si | ICP-AES | photometr. | ? |
| Ba | ICP-AES | ? | ICP-AES |
| NH ₄ | photometr. | photometr. | photometr. |
| Cl | DEV (D1.2) | DEV (D1.2) | titrimetr. |
| SO ₄ | ICP-AES (als S) | titrimetr. | Ionen-Chromat. |
| BO ₃ | ICP-AES (als B) | DEV (D17) | Ionen-Chromat. |
| I | DEV (D3) | DEV (D3) | Ionen-Chromat. |
| NO ₃ | photometr. | photom. (als NO ₂) | Ionen-Chromat. |
| HCO ₃ | titrimetr. | als Carb.-Härte | titrimetr. |
| Br | DEV (D2) | DEV (D2) | Ionen-Chromat. |
| NO ₂ | photometr. | DEV (D10) | Ionen-Chromat. |
| PO ₄ | ICP-AES (als P) | photometr. | Ionen-Chromat. |

Tabelle 17: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (I A, 14.11.1985)



FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENNUMMER:

CHEMISCHE LABORNANALYSE

PROJEKT: GSF
I A
14.11.1985

| | | | | | |
|------------|-------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.8 | °C | DICHTE | 1.000 | |
| SAUERSTOFF | 0.7 | mg/l | SCHÜTTUNG | 6.5 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.74 | mg/l | AMMONIUM | 0.00 | mg/l |
| BARIUM | 0.35 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.16 | mg/l | CÄSIUM | 0.03 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 23.10 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 665
pH : 7.7
GESAMTHAERTE : 23.6
KARBONATHAERTE : 12.5
NICHTKARBONATHAERTE: 11.1

| KATIONEN | | mg/l | meq/l | meq-% |
|-----------|-------------------------|--------|-------|--------|
| ----- | | | | |
| Lithium | (Li ⁺) | 0.02 | 0.00 | 0.03 |
| Natrium | (Na ⁺) | 38.10 | 1.66 | 16.19 |
| Kalium | (K ⁺) | 2.00 | 0.05 | 2.50 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 12.10 | 1.00 | 9.72 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 149.20 | 7.45 | 72.71 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 0.67 | 0.02 | 0.15 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.13 | 0.00 | 0.05 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 1.90 | 0.07 | 3.66 |
| | Summe: | 204.12 | 10.24 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | meq/l | meq-% |
|------------------|----------------------------------|--------|-------|--------|
| ----- | | | | |
| Chlorid | (Cl ⁻) | 40.00 | 1.13 | 11.37 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 0.98 | 0.02 | 0.16 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻⁻) | 206.50 | 4.30 | 43.32 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 273.40 | 4.48 | 45.15 |
| | Summe : | 520.88 | 9.92 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 725.00 | | |

Tabelle 18: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (III, 14.11.1985)

FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENNUMMER:

CHEMISCHE LABORNANALYSE

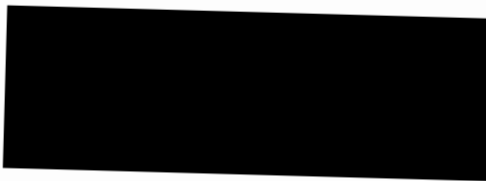
PROJEKT: GSF
III
14.11.1985

| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.5 | oC | DICHTE | 1.000 | |
| SAUERSTOFF | 4.5 | mg/l | SCHÜTTUNG | 4.8 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.45 | mg/l | AMMONIUM | 0.00 | mg/l |
| BARIUM | 0.69 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.20 | mg/l | CÄSIUM | 0.03 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 7.70 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFÄHIGKEIT : 730
PH : 7.9
GESAMTHÄRTE : 25.0
KARBONATHÄRTE : 10.0
NICHTKARBONATHÄRTE : 14.4

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| ----- | | | | |
| Lithium | (Li ⁺) | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| Natrium | (Na ⁺) | 24.00 | 1.04 | 10.39 |
| Kalium | (K ⁺) | 2.10 | 0.05 | 0.53 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 3.10 | 0.25 | 2.54 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 173.90 | 8.98 | 86.33 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 0.77 | 0.02 | 0.17 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 0.09 | 0.00 | 0.03 |
| Summe: | | 203.96 | 10.05 | 100.00 |
| ANIONEN | | | | |
| ----- | | | | |
| Chlorid | (Cl ⁻) | 49.00 | 1.38 | 13.42 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 29.80 | 0.46 | 4.51 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻²) | 224.80 | 4.68 | 45.45 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 220.05 | 3.77 | 36.61 |
| Summe : | | 532.65 | 10.30 | 100.00 |
| Gesamtsumme: | | 732.61 | | |

Tabelle 19: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (V, 13.11.1985)


 FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENNUMMER:

 CHEMISCHE LABORANALYSE

PROJEKT: GSF
 U
 13.11.1985

| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 10.5 | °C | DICHTE | 1.001 | |
| SAUERSTOFF | 3.6 | mg/l | SCHÜTTUNG | 7 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.45 | mg/l | AMMONIUM | 0.04 | mg/l |
| BARIUM | 0.49 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.02 | mg/l | CESIUM | 0.08 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| HEYER-VER. | 1.10 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFÄHIGKEIT : 1160
 pH : 7.4
 GESAMTHÄRTE : 32.5
 KARBONATHÄRTE : 17.2
 NICHTKARBONATHÄRTE: 15.3

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|
| ----- | | | | |
| Lithium | (Li ⁺) | 0.02 | 0.00 | 0.02 |
| Natrium | (Na ⁺) | 47.20 | 2.05 | 14.54 |
| Kalium | (K ⁺) | 17.90 | 0.46 | 3.24 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 13.00 | 1.07 | 7.57 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 210.90 | 10.52 | 74.51 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 0.50 | 0.01 | 0.08 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.04 | 0.00 | 0.01 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 0.12 | 0.00 | 0.03 |
| | Summe: | 289.58 | 14.12 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|----------------------------------|---------|--------|--------|
| ----- | | | | |
| Chlorid | (Cl ⁻) | 82.00 | 2.31 | 16.57 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 43.00 | 0.59 | 4.97 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻⁻) | 230.50 | 4.80 | 34.39 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 375.30 | 6.15 | 44.07 |
| | Summe : | 730.80 | 13.96 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 1020.48 | | |

Tabelle 20: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (IX A, 12.11.1985)

FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENUMMER:

 CHEMISCHE LABORNANALYSE

PROJEKT: GSF
 IX A
 12.11.1985

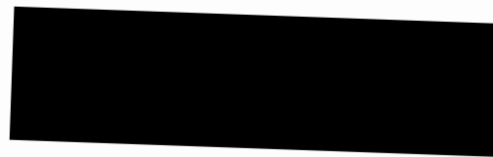
| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 34.1 | oC | DICHTE | 0.999 | |
| SAUERSTOFF | 0.6 | mg/l | SCHÜTTUNG | 7.5 | l/s |
| ALUMINIUM | 1.80 | mg/l | AMMONIUM | 0.38 | mg/l |
| BARIUM | 0.51 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.50 | mg/l | CASIUM | 0.10 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| HEYER-VER. | 1.50 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | 255 | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 1560
 pH : 7.9
 GESAMTHAERTE : 43.5
 KARBONATHAERTE : 6.8
 NICHTKARBONATHAERTE : 36.8

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Lithium | (Li ⁺) | 0.11 | 0.02 | 0.08 |
| Natrium | (Na ⁺) | 81.40 | 3.54 | 17.66 |
| Kalium | (K ⁺) | 28.20 | 0.72 | 3.60 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 9.50 | 0.70 | 3.49 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 298.40 | 14.89 | 74.25 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 2.40 | 0.05 | 0.27 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.45 | 0.02 | 0.09 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 3.20 | 0.11 | 0.57 |
| | Summe: | 422.56 | 20.05 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|----------------------------------|---------|--------|--------|
| Chlorid | (Cl ⁻) | 120.00 | 3.39 | 17.26 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.78 | 0.01 | 0.05 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 1.90 | 0.03 | 0.16 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻⁻) | 661.00 | 13.75 | 70.19 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 147.70 | 2.42 | 12.34 |
| | Summe : | 931.38 | 19.61 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 1354.04 | | |

Tabelle 21: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (X A, 12.11.1985)



FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENUMMER:

CHEMISCHE LABORNANALYSE

PROJEKT: GSF
X
15.11.1985

| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.7 | oC | DICHTE | 1.000 | |
| SAUERSTOFF | 0.6 | mg/l | SCHÜTTUNG | 6 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.57 | mg/l | AMMONIUM | 0.00 | mg/l |
| BARIUM | 0.75 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.17 | mg/l | CESIUM | 0.01 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 0.00 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 640
pH : 7.8
GESAMTHAERTE : 19.5
KARBONATHAERTE : 14.0
NICHTKARBONATHAERTE: 5.5

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Lithium | (Li ⁺) | 0.01 | 0.00 | 0.02 |
| Natrium | (Na ⁺) | 39.30 | 1.71 | 19.50 |
| Kalium | (K ⁺) | 1.00 | 0.04 | 0.47 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 4.00 | 0.33 | 3.78 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 133.00 | 6.64 | 75.72 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 0.24 | 0.01 | 0.17 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.09 | 0.00 | 0.03 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 0.34 | 0.03 | 0.34 |
| | Summe: | 179.47 | 8.77 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| Chlorid | (Cl ⁻) | 27.00 | 0.76 | 8.54 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻) | 151.80 | 3.16 | 35.43 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 305.00 | 5.00 | 56.03 |
| | Summe : | 483.80 | 8.92 | 100.00 |
| | Gesamt summe: | 663.27 | | |

Tabelle 22: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XIII, 12.11.1985)

FULDATAL. DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENUMMER:

CHEMISCHE LABORANALYSE

PROJEKT: GSF
XIII
12.11.1985


| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.3 | oC | DICHTE | 1.001 | |
| SAUERSTOFF | 1.7 | mg/l | SCHÜTTUNG | 6 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.38 | mg/l | AMMONIUM | 0.04 | mg/l |
| BARIUM | 0.56 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 1.20 | mg/l | CÄSIUM | 0.03 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 7.70 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | -223 | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 1570
pH : 7.4
GESAMTHAERTE : 49.6
KARBONATHAERTE : 14.8
NICHTKARBONATHAERTE: 34.8

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Lithium | (Li ⁺) | 0.14 | 0.02 | 0.10 |
| Natrium | (Na ⁺) | 53.10 | 2.31 | 11.38 |
| Kalium | (K ⁺) | 3.10 | 0.08 | 0.39 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 15.70 | 1.29 | 6.36 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 327.00 | 16.42 | 80.91 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 1.00 | 0.02 | 0.11 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.26 | 0.01 | 0.05 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 3.90 | 0.14 | 0.69 |
| | Summe: | 406.20 | 20.29 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|----------------------------------|---------|--------|--------|
| Chlorid | (Cl ⁻) | 78.00 | 2.20 | 11.14 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻⁻) | 598.00 | 12.24 | 62.01 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 323.40 | 5.30 | 26.85 |
| | Summe : | 999.40 | 19.74 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 1395.60 | | |

Tabelle 23: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XIV, 11.11.1985)


 FULDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENNUMMER:

 CHEMISCHE LABORNANALYSE

PROJEKT: GSF
 XIV
 11.11.1985

| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.3 | oC | DICHTE | 1.001 | |
| SAUERSTOFF | 5.9 | mg/l | SCHÜTTUNG | 5.6 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.10 | mg/l | AMMONIUM | 0.00 | mg/l |
| BARIUM | 0.67 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.97 | mg/l | CESIUM | 0.06 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 0.00 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | 203 | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 1810
 PH : 7.4
 GESAMTHAERTE : 53.1
 KARBONATHAERTE : 18.0
 NICHTKARBONATHAERTE: 35.1

| KATIONEN | | mg/l | meq/l | meq-% |
|-----------|-------------------------|--------|-------|--------|
| ----- | | | | |
| Lithium | (Li ⁺) | 0.22 | 0.03 | 0.13 |
| Natrium | (Na ⁺) | 118.00 | 5.13 | 21.08 |
| Kalium | (K ⁺) | 7.80 | 0.20 | 0.82 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 18.70 | 1.54 | 6.32 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 349.00 | 17.42 | 71.52 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 1.00 | 0.02 | 0.09 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.08 | 0.00 | 0.01 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 0.18 | 0.01 | 0.03 |
| Summe: | | 494.98 | 24.35 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | meq/l | meq-% |
|------------------|----------------------------------|---------|-------|--------|
| ----- | | | | |
| Chlorid | (Cl ⁻) | 79.00 | 2.23 | 9.44 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.46 | 0.01 | 0.02 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 48.00 | 0.77 | 3.28 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁼⁼) | 681.00 | 14.18 | 60.03 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 392.40 | 6.43 | 27.23 |
| Summe : | | 1200.86 | 23.62 | 100.00 |
| Gesamtsumme: | | 1695.84 | | |

Tabelle 24: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XVIII, 26.11.1985)



FULDATAL. OEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENUMMER:

CHEMISCHE LABORANALYSE

PROJEKT: GSF
XVIII
26.11.1985

| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.0 | oC | DICHTE | 1.001 | |
| SAUERSTOFF | 3.1 | mg/l | SCHÜTTUNG | 7 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.04 | mg/l | AMMONIUM | 0.08 | mg/l |
| BARIUM | 0.52 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.03 | mg/l | CESIUM | 0.02 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| HEYER-VER. | 0.00 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 810
PH : 7.5
GESAMTHAERTE : 20.4
KARBONATHAERTE : 15.0
NICHTKARBONATHAERTE: 5.4

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Lithium | (Li ⁺) | 0.02 | 0.00 | 0.03 |
| Natrium | (Na ⁺) | 57.20 | 2.36 | 23.77 |
| Kalium | (K ⁺) | 2.10 | 0.05 | 0.54 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 18.50 | 1.52 | 15.23 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 115.20 | 5.75 | 57.53 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 0.34 | 0.01 | 0.02 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.10 | 0.00 | 0.04 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 2.20 | 0.08 | 0.79 |
| | Summe: | 197.66 | 9.99 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| Chlorid | (Cl ⁻) | 65.00 | 1.83 | 18.35 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 1.70 | 0.03 | 0.27 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁻⁻) | 133.00 | 2.77 | 27.72 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 327.10 | 5.36 | 53.66 |
| | Summe | 526.80 | 9.99 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 724.46 | | |

Tabelle 25: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (XIX, 13.11.1985)

FULDA TAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENUMMER:

CHEMISCHE LABORNANALYSE

PROJEKT: GSF
XIX
13.11.1985

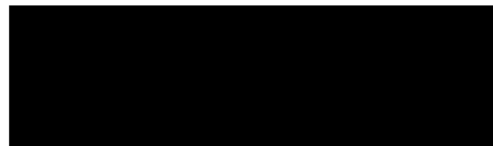
| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 9.4 | °C | DICHTE | 1.000 | |
| SAUERSTOFF | 2.6 | mg/l | SCHÜTTUNG | 6 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.02 | mg/l | AMMONIUM | 0.00 | mg/l |
| BARIUM | 0.43 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.06 | mg/l | CÄSIUM | 0.05 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 4.20 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 893
 pH : 7.7
 GESAMTHAERTE : 23.0
 KARBONATHAERTE : 11.6
 NICHTKARBONATHAERTE: 11.4

| KATIONEN | | mg/l | meq/l | meq-% |
|-----------|-------------------------|--------|-------|--------|
| Lithium | (Li ⁺) | 0.02 | 0.00 | 0.03 |
| Natrium | (Na ⁺) | 33.10 | 1.44 | 14.72 |
| Kalium | (K ⁺) | 3.40 | 0.09 | 0.89 |
| Magnesium | (Mg ⁺⁺) | 13.10 | 1.08 | 11.02 |
| Calcium | (Ca ⁺⁺) | 143.00 | 7.14 | 72.95 |
| Strontium | (Sr ⁺⁺) | 0.50 | 0.01 | 0.12 |
| Mangan | (Mn ⁺⁺) | 0.15 | 0.01 | 0.06 |
| Eisen | (Fe ^{++/+++}) | 0.58 | 0.02 | 0.21 |
| | Summe: | 193.85 | 9.78 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | meq/l | meq-% |
|------------------|----------------------------------|--------|-------|--------|
| Chlorid | (Cl ⁻) | 90.00 | 2.54 | 26.78 |
| Bromid | (Br ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO ₃ ⁻) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Sulfat | (SO ₄ ⁼⁼) | 135.00 | 2.81 | 29.65 |
| Hydrogencarbonat | (HCO ₃ ⁻) | 252.00 | 4.13 | 43.57 |
| | Summe : | 477.00 | 9.48 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 670.85 | | |

Tabelle 26: Chemische Vergleichs-Analyse oberflächennahen Grundwassers, Labor 3 (173, 27.11.1985)



FELDATAL.

DEN 22.01.1985

ABT. WASSERLABOR

ANALYSENNUMMER:

CHEMISCHE LABORANALYSE

PROJEKT: GSF
173
27.11.1985

| | | | | | |
|------------|------|------|-----------|-------|------|
| TEMPERATUR | 8.7 | oC | DICHTE | 1.000 | |
| SAUERSTOFF | 1.3 | mg/l | SCHÜTTUNG | 6.9 | l/s |
| ALUMINIUM | 0.24 | mg/l | AMMONIUM | 0.15 | mg/l |
| BARIUM | 0.38 | mg/l | BLEI | 0.00 | mg/l |
| BOR | 0.54 | mg/l | CESIUM | 0.02 | mg/l |
| NITRIT | 0.00 | mg/l | JODID | 0.00 | mg/l |
| MEYER-VER. | 0.00 | mg/l | PHOSPHAT | 0.00 | mg/l |
| REDOX-POT. | | mV | | | |

LEITFAEHIGKEIT : 902
pH : 7.8
GESAMTHAERTE : 29.1
KARBONATHAERTE : 20.3
NICHTKARBONATHAERTE: 8.8

| KATIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|-----------|------------|--------|--------|--------|
| ----- | | | | |
| Lithium | (Li+) | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| Natrium | (Na+) | 13.30 | 0.30 | 7.00 |
| Kalium | (K+) | 2.40 | 0.06 | 0.54 |
| Magnesium | (Mg++) | 14.00 | 1.15 | 10.12 |
| Calcium | (Ca++) | 195.00 | 9.23 | 81.14 |
| Strontium | (Sr++) | 0.39 | 0.01 | 0.08 |
| Mangan | (Mn++) | 0.25 | 0.01 | 0.08 |
| Eisen | (Fe++/+++) | 3.30 | 0.12 | 1.04 |
| | Summe: | 223.65 | 11.33 | 100.00 |

| ANIONEN | | mg/l | mval/l | mval-% |
|------------------|--------------|--------|--------|--------|
| ----- | | | | |
| Chlorid | (Cl-) | 30.00 | 0.85 | 7.46 |
| Bromid | (Br-) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Nitrat | (NO3-) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Sulfat | (SO4--) | 154.00 | 3.23 | 28.63 |
| Hydrogencarbonat | (HCO3-) | 442.40 | 7.25 | 63.91 |
| | Summe : | 426.40 | 11.34 | 100.00 |
| | Gesamtsumme: | 852.05 | | |

Tabelle 27: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (I A, 14.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standardabweichung (%) |
|------------------|--------------|-------------|---------------|---|------------|------------------------|
| Na | 32,44 | 29. | <u>38,10</u> | 2 | 30,72 | + 7,9 |
| K | <u>1,07</u> | 1.7 | 2,0 | 2 | 1,85 | + 11,5 |
| Sr | 0,66 | 0,64 | 0,67 | 3 | 0,66 | + 2,3 |
| Ca | 108,43 | 120. | <u>149,20</u> | 2 | 114.2 | + 7,2 |
| Mg | <u>13,64</u> | 12. | 12,10 | 2 | 12,1 | + 0,6 |
| Fe | 2,21 | <u>1.2</u> | 1,90 | 2 | 2,06 | + 10,7 |
| Mn | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 3 | 0,12 | + 8,3 |
| Al | <0,02 | <0,15 | <u>0,74</u> | - | - | - |
| Ba | 0,14 | 0,10 | <u>0,35</u> | 2 | 0,12 | + 2,83 |
| NH ₄ | 0,03 | 0,06 | 0,00 | 3 | 0,03 | + 100,0 |
| Cl | 41,96 | 44. | 40,0 | 3 | 41,99 | + 4,8 |
| SO ₄ | 79,14 | 91. | <u>206,50</u> | 2 | 85,1 | + 9,9 |
| BO ₃ | 0,88 | <u>0,08</u> | (0,87) | 2 | 0,88 | + 0,8 |
| I | <0,02 | <0,15 | 0,0 | - | - | - |
| Br | <0,01 | <0,1 | 0,0 | - | - | - |
| NO ₃ | 0,82 | <u>0,04</u> | 0,98 | 2 | 0,90 | + 12,6 |
| NO ₂ | <0,01 | 0,01 | 0,00 | - | - | - |
| PO ₄ | <DL | <0,02 | 0,00 | - | - | - |
| HCO ₃ | 294,10 | (305.) | 273,40 | 3 | 290,8 | + 5,5 |

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (%) |
|------------------|---------------|-------------|---------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | 19,36 | 18 | <u>24,00</u> | 2 | 18,7 | + 5,1 |
| K | <u>0,99</u> | 1,8 | 2,10 | 2 | 1,95 | + 10,9 |
| Sr | <u>0,54</u> | 0,80 | 0,77 | 2 | 0,78 | + 2,7 |
| Ca | <u>117,59</u> | 170 | 173,90 | 2 | 172,0 | + 1,6 |
| Mg | <u>8,83</u> | 3,3 | 3,10 | 2 | 3,20 | + 4,4 |
| Fe | 0,35 | 0,13 | 0,08 | 3 | 0,19 | + 77,0 |
| Mn | 0,015 | 0,01 | 0,00 | - | - | - |
| Al | 0,03 | 0,15 | <u>0,45</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,16 | 0,14 | <u>0,69</u> | 2 | 0,15 | + 9,4 |
| NH ₄ | 0,19 | 0,06 | 0,00 | 3 | 0,08 | + 116,6 |
| Cl | 51,42 | 52 | 49,00 | 3 | 50,81 | + 3,1 |
| SO ₄ | 62,17 | 94 | 224,80 | 3 | 127,0 | + 67,9 |
| BO ₃ | 0,95 | <u>0,07</u> | (1,09) | 2 | 1,02 | + 9,7 |
| I | < 0,02 | < 0,15 | 0,00 | 3 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | 51,17 | 6,3 | 28,80 | 3 | 28,8 | + 78,0 |
| NO ₂ | 0,08 | < 0,01 | 0,00 | 3 | - | - |
| PO ₄ | < DL | < 0,02 | 0,00 | 3 | - | - |
| HCO ₃ | 301,88 | (311,1) | <u>230,05</u> | 2 | 306,5 | + 2,1 |

Tabelle 28: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen ober-
 flächennahen Grundwassers
 (III, 14.11.1985)

Tabelle 29: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (V, 13.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standardabweichung (%) |
|------------------|--------------|-------------|--------------|---|------------|------------------------|
| Na | 43,93 | 41 | <u>47,20</u> | 2 | 42,47 | + 4,9 |
| K | <u>6,52</u> | 17 | 17,90 | 2 | 17,45 | + 3,6 |
| Sr | <u>0,32</u> | 0,51 | 0,50 | 2 | 0,51 | + 1,4 |
| Ca | 195,16 | 250 | 210,90 | 2 | 203,0 | + 5,5 |
| Mg | <u>15,32</u> | 13 | 13,0 | 2 | 13,0 | + 0 |
| Fe | <u>0,02</u> | 0,18 | 0,12 | 2 | 0,15 | + 28,3 |
| Mn | < 0,015 | < 0,01 | <u>0,04</u> | 2 | - | - |
| Al | < 0,02 | < 0,15 | <u>0,45</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,02 | 0,09 | 0,49 | 3 | 0,20 | + 126,8 |
| NH ₄ | 0,08 | < 0,05 | 0,04 | 3 | 0,04 | + 100,0 |
| Cl | 82,85 | 86 | 82,00 | 3 | 83,62 | + 2,5 |
| SO ₄ | 235,18 | 260 | 230,50 | 3 | 241,9 | + 6,6 |
| BO ₃ | <u>0,49</u> | 0,16 | (0,11) | 2 | 0,13 | + 26,2 |
| I | < 0,02 | < 0,15 | 0,00 | 3 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | 71,58 | 9,3 | 43,00 | 3 | 41,3 | + 75,5 |
| NO ₂ | 5,66 | 0,01 | 0,00 | 3 | 1,89 | + 172,7 |
| PO ₄ | < DL | <u>0,10</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| HCO ₃ | 352,68 | (378,2) | 375,3 | 3 | 368,7 | + 3,8 |

Tabelle 30: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (IX A, 12.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (8) |
|------------------|--------------|-------------|-------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | <u>54,78</u> | 84 | 81,40 | 2 | 82,7 | + 2,2 |
| K | <u>12,60</u> | 25 | 28,20 | 2 | 26,6 | + 8,5 |
| Sr | <u>1,71</u> | 2,4 | 2,40 | 2 | 2,40 | + 0 |
| Ca | 252,84 | 340 | 298,40 | 3 | 297,0 | + 14,7 |
| Mg | <u>21,71</u> | 11 | 8,50 | 2 | 9,75 | + 18,1 |
| Fe | 3,50 | <u>1,2</u> | 3,20 | 2 | 3,35 | + 6,3 |
| Mn | 0,45 | 0,41 | 0,45 | 3 | 0,44 | + 5,3 |
| Al | < 0,02 | < 0,15 | <u>1,80</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,19 | 1,1 | 0,51 | 3 | 0,60 | + 76,9 |
| NH ₄ | 0,08 | 0,19 | 0,38 | 3 | 0,22 | + 70,0 |
| Cl | 122,10 | 130 | 120,00 | 3 | 124,03 | + 4,3 |
| SO ₄ | 576,46 | 770 | 661,00 | 3 | 669,15 | + 14,5 |
| BO ₃ | 0,41 | 0,11 | (2,72) | 3 | 1,08 | + 132,2 |
| I | < 0,02 | <u>0,38</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| Br | < 0,01 | 0,01 | <u>0,78</u> | 2 | - | - |
| NO ₃ | 1,49 | <u>0,07</u> | 1,90 | 2 | 1,69 | + 17,1 |
| NO ₂ | < 0,01 | 0,01 | 0,00 | 2 | - | - |
| PO ₄ | < DL | 0,09 | 0,00 | 2 | - | - |
| HCO ₃ | 161,39 | (152,5) | 147,7 | 3 | 153,9 | + 4,5 |

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (%) |
|------------------|--------------|---------------|---------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | 14,26 | 12 | <u>39,30</u> | 2 | 13,13 | + 12,2 |
| K | 1,45 | 1,4 | <u>1,60</u> | 2 | 1,43 | + 2,5 |
| Sr | <u>0,42</u> | 0,62 | 0,64 | 2 | 0,63 | + 2,2 |
| Ca | 129,29 | <u>150</u> | 133,00 | 3 | 131,1 | + 2,0 |
| Mg | <u>10,18</u> | 4,3 | 4,00 | 2 | 4,15 | + 5,1 |
| Fe | <u>1,24</u> | 0,60 | 0,84 | 2 | 0,72 | + 23,6 |
| Mn | <0,015 | 0,05 | 0,08 | 2 | 0,07 | + 32,6 |
| Al | 0,06 | < 0,15 | <u>0,57</u> | 2 | 0,03 | + 141,4 |
| Ba | 0,08 | 0,07 | <u>0,75</u> | 2 | 0,08 | + 9,4 |
| NH ₄ | <u>0,09</u> | < 0,05 | 0,00 | 2 | - | - |
| Cl | 27,85 | 30 | 27,00 | 3 | 28,3 | + 5,5 |
| SO ₄ | 81,27 | 100 | <u>151,80</u> | 2 | 90,63 | + 14,6 |
| BO ₃ | 0,82 | < <u>0,05</u> | (0,92) | 2 | 0,87 | + 8,1 |
| I | < 0,02 | < 0,15 | 0,00 | 3 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | <u>0,83</u> | 0,03 | 0,00 | 2 | 0,02 | + 141,4 |
| NO ₂ | < 0,01 | < 0,01 | 0,00 | 3 | - | - |
| PO ₄ | < DL | < 0,02 | 0,00 | 3 | - | - |
| HCO ₃ | 308,44 | (317,30) | 305,00 | 3 | 310,25 | + 2,0 |

Tabellle 31: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (X, 12.11.1985)

Tabelle 32: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XIII, 12.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standardabweichung (%) |
|------------------|--------------|-------------|-------------|---|------------|------------------------|
| N | <u>75,21</u> | 57 | 53,10 | 2 | 55,05 | + 5,0 |
| K | <u>1,73</u> | 3,0 | 3,10 | 2 | 3,05 | + 2,3 |
| Sr | <u>0,72</u> | 1,0 | 1,00 | 2 | 1,00 | + 0 |
| Ca | 294,94 | <u>400</u> | 329,00 | 2 | 312,0 | + 7,7 |
| Mg | <u>29,95</u> | 18 | 15,70 | 2 | 16,85 | + 9,7 |
| Fe | 4,47 | <u>2,2</u> | 3,90 | 2 | 4,19 | + 9,6 |
| Mn | 0,21 | 0,23 | 0,26 | 3 | 0,23 | + 10,8 |
| Al | < 0,02 | < 0,15 | <u>0,38</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,13 | 0,06 | 0,56 | 3 | 0,25 | + 108,3 |
| NH ₄ | < 0,01 | < 0,05 | <u>0,06</u> | 2 | - | + - |
| Cl | 79,64 | 82 | 78,00 | 3 | 79,88 | + 2,5 |
| SO ₄ | 546,40 | <u>770</u> | 588,00 | 2 | 567,2 | + 5,2 |
| BO ₃ | 12,40 | 2,4 | (6,53) | 3 | 7,11 | + 70,7 |
| I | < 0,02 | <u>0,20</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | 1,58 | 0,04 | 0,00 | 3 | 0,54 | + 166,8 |
| NO ₂ | < 0,01 | < 0,01 | 0,00 | 3 | - | - |
| PO ₄ | < DL | <u>0,09</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| HCO ₃ | 350,54 | (317,3) | 323,4 | 3 | 330,41 | + 5,4 |

Tabelle 33: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XIV, 11.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (%) |
|------------------|----------------|---------------|-------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | <u>142,08</u> | 110 | 118,0 | 2 | 114,0 | + 5,0 |
| K | 6,56 | 5,7 | 7,8 | 3 | 6,69 | + 15,8 |
| Sr | <u>0,43</u> | 0,92 | 1,00 | 2 | 0,96 | + 5,9 |
| Ca | 278,85 | 420 | 349,00 | 3 | 349,28 | + 20,2 |
| Mg | <u>25,61</u> | 19 | 18,70 | 2 | 18,85 | + 1,1 |
| Fe | 0,13 | <u>0,04</u> | 0,18 | 2 | 0,16 | + 22,8 |
| Mn | < <u>0,015</u> | 0,05 | 0,08 | 2 | 0,07 | + 32,6 |
| Al | 0,06 | < <u>0,15</u> | 0,10 | 2 | 0,08 | + 35,4 |
| Ba | 0,03 | 0,04 | <u>0,67</u> | 2 | 0,04 | + 20,2 |
| NH ₄ | < 0,01 | < 0,05 | 0,00 | 3 | - | - |
| Cl | 80,35 | 82 | 79,00 | 3 | 80,45 | + 1,9 |
| SO ₄ | 628,94 | <u>850</u> | 681,00 | 2 | 654,97 | + 5,6 |
| BO ₃ | 11,17 | 2,2 | (5,28) | 3 | 6,22 | + 73,3 |
| I | < 0,02 | < 0,15 | 0,00 | 3 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | <u>0,46</u> | 2 | - | - |
| NO ₃ | 72,39 | 10 | 48,00 | 3 | 43,46 | + 72,3 |
| NO ₂ | <u>0,23</u> | 0,01 | 0,00 | 2 | - | - |
| PO ₄ | < DL | <u>0,03</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| HCO ₃ | 387,15 | (390,5) | 392,4 | 3 | 390,02 | + 0,7 |

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (%) |
|------------------|---------------|-------------|-------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | 58,08 | 58 | 59,20 | 3 | 58,43 | + 1,1 |
| K | <u>1,31</u> | 2,0 | 2,10 | 2 | 2,05 | + 3,4 |
| Sr | <u>0,28</u> | 0,37 | 0,34 | 2 | 0,36 | + 6,0 |
| Ca | <u>84,53</u> | 130 | 115,20 | 2 | 122,6 | + 8,5 |
| Mg | 18,89 | 18 | 18,50 | 3 | 18,46 | + 2,4 |
| Fe | <u>1,25</u> | 2,0 | 2,20 | 2 | 2,10 | + 6,7 |
| Mn | <u>0,17</u> | 0,10 | 0,10 | 2 | 0,10 | + 0 |
| Al | < 0,015 | < 0,15 | <u>0,04</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,11 | 0,19 | 0,52 | 3 | 0,37 | + 79,5 |
| NH ₄ | < 0,01 | < 0,05 | <u>0,08</u> | 2 | - | - |
| Cl | 64,74 | 66 | 65,00 | 3 | 65,25 | + 1,0 |
| SO ₄ | 92,27 | 140 | 133,00 | 2 | 136,5 | + 3,6 |
| BO ₃ | < <u>0,02</u> | 0,13 | (0,16) | 2 | 0,15 | + 14,6 |
| I | < 0,02 | < 0,15 | 0,00 | 3 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | 1,24 | <u>0,08</u> | 1,70 | 2 | 1,47 | + 22,1 |
| NO ₂ | < 0,01 | < 0,01 | 0,00 | 3 | - | - |
| PO ₄ | < DL | <u>0,09</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| HCO ₃ | 317,47 | (335,6) | 327,10 | 3 | 326,7 | + 2,8 |

Tabelle 34: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XVIII, 26.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (%) |
|------------------|-------------|-------------|---------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | 37,35 | 36 | 33,10 | 3 | 35,48 | + 6,1 |
| K | <u>1,51</u> | 2,9 | 3,40 | 2 | 3,15 | + 11,2 |
| Sr | 0,54 | 0,54 | 0,50 | 3 | 0,53 | + 4,4 |
| Ca | 152,72 | <u>180</u> | 143,00 | 2 | 147,9 | + 4,6 |
| Mg | 15,33 | 14 | 13,10 | 3 | 14,14 | + 7,9 |
| Fe | 0,88 | 0,17 | 0,58 | 3 | 0,54 | + 65,5 |
| Mn | 0,14 | 0,12 | 0,15 | 3 | 0,14 | + 11,2 |
| Al | < 0,02 | < 0,15 | <u>0,02</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,08 | 0,08 | <u>0,43</u> | 2 | 0,08 | + 0 |
| NH ₄ | <u>0,03</u> | < 0,05 | 0,00 | 2 | - | - |
| Cl | 88,56 | 90 | 90,00 | 3 | 89,52 | + 0,9 |
| SO ₄ | 208,57 | 210 | <u>135,00</u> | 2 | 209,29 | + 0,5 |
| BO ₃ | 0,53 | <u>0,05</u> | (0,33) | 2 | 0,43 | + 32,9 |
| I | < 0,02 | < 0,15 | 0,00 | 3 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | <u>1,49</u> | 0,02 | 0,00 | 2 | - | - |
| NO ₂ | < 0,01 | 0,01 | 0,00 | 3 | - | - |
| PO ₄ | < DL | < 0,02 | 0,00 | 3 | - | - |
| HCO ₃ | 255,36 | (262,4) | 252,0 | 3 | 256,6 | + 2,1 |

Tabelle 35: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (XIX, 13.11.1985)

Tabelle 36: Gegenüberstellung chemischer Vergleichsanalysen oberflächennahen Grundwassers (173, 27.11.1985)

| | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 | N | Mittelwert | Standard- abweichung (%) |
|------------------|---------------|-------------|---------------|---|------------|--------------------------------|
| Na | 17,38 | 17 | 18,30 | 3 | 17,56 | + 3,8 |
| K | 0,75 | 1,4 | 2,40 | 3 | 1,52 | + 54,8 |
| Sr | 0,33 | 0,44 | 0,39 | 3 | 0,39 | + 14,2 |
| Ca | <u>140,63</u> | 210 | 185,00 | 2 | 197,5 | + 9,0 |
| Mg | <u>18,98</u> | 15 | 14,00 | 2 | 14,5 | + 4,9 |
| Fe | <u>1,83</u> | 3,2 | 3,30 | 2 | 3,25 | + 2,2 |
| Mn | 0,21 | 0,23 | 0,25 | 3 | 0,23 | + 8,7 |
| Al | < 0,02 | < 0,15 | <u>0,24</u> | 2 | - | - |
| Ba | 0,03 | 0,09 | 0,38 | 3 | 0,17 | + 112,3 |
| NH ₄ | < 0,01 | < 0,05 | <u>0,15</u> | 2 | - | - |
| Cl | 29,56 | 30 | 30,00 | 3 | 29,85 | + 0,9 |
| SO ₄ | 128,48 | 190 | 156,00 | 3 | 158,16 | + 19,5 |
| BO ₃ | < 0,02 | 0,06 | <u>(2,94)</u> | 3 | 0,03 | + 141,4 |
| I | < 0,02 | <u>0,19</u> | 0,00 | 2 | - | - |
| Br | < 0,01 | < 0,1 | 0,00 | 3 | - | - |
| NO ₃ | <u>0,95</u> | < 0,01 | 0,00 | 2 | - | - |
| NO ₂ | < 0,01 | 0,02 | 0,00 | 2 | - | - |
| PO ₄ | < DL | < 0,02 | 0,00 | 3 | - | - |
| HCO ₃ | 424,98 | (427,1) | 442,4 | 3 | 431,5 | + 2,2 |

Tabelle 37: Aus den Ionenbilanzen errechnete relative Fehler der Einzelanalysen

| Probe | Labor 1 | Labor 2 | Labor 3 |
|-------|---------|---------|---------|
| I A | + 2,32 | + 1,26 | + 1,59 |
| III | - 6,61 | + 5,40 | - 1,23 |
| V | - 4,47 | + 5,29 | + 0,57 |
| IX A | - 2,34 | + 0,21 | + 1,11 |
| X | + 2,74 | + 1,85 | - 0,85 |
| XIII | + 1,65 | + 0,92 | + 1,37 |
| XIV | - 2,24 | + 1,46 | + 1,52 |
| XVIII | - 3,33 | + 1,60 | 0 |
| XIX | - 2,21 | + 2,54 | + 1,56 |
| 173 | - 5,28 | + 3,34 | + 0,18 |

Tabelle 38: Meßergebnisse von Isotopenanalysen

| Entnahmestelle | Entnahmedatum | 3-H (TU) | 14-C (% mod.) | 13-C (‰) | 2-H (‰) | 18-O (‰) |
|----------------|---------------|-------------|------------------|-------------|------------|-------------|
| I A | 14.11.1985 | <1,3 | 62,3 ± 3,1 | - 13,6 | - 58,5 | - 8,40 |
| X | 15.11.1985 | 3,8 ± 0,7 | 76,9 ± 3,6 | - 13,6 | - 62,3 | - 8,87 |
| XVIII | 26.11.1985 | 15,9 ± 1,2 | - | - | - 59,8 | - 8,44 |
| XIX | 13.11.1985 | 17,5 ± 1,3 | 73,7 ± 3,4 | - 14,1 | - 59,5 | - 8,35 |